

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application: 2002年11月26日

出願番号
Application Number: 特願2002-342184

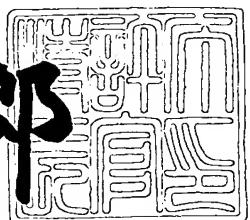
[ST.10/C]: [JP2002-342184]

出願人
Applicant(s): 株式会社日立製作所

2003年 5月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3035582

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT02P0873

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所
ストレージ事業部内

【氏名】 大友 茂一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所
ストレージ事業部内

【氏名】 福井 宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所
中央研究所内

【氏名】 芳田 伸雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記録再生分離型磁気ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に設けられた下部磁気シールドと上部磁気シールドとの間に絶縁層を介して配置された再生素子を有する再生ヘッドと、該再生ヘッドに隣接して設けられ一端に突出部が形成された下部磁極と、該下部磁極の上に磁気ギャップ層を介して設けられ、前記突出部を含む一端側に磁気ギャップを構成し、該磁気ギャップと反対側で前記下部磁極に接続された上部磁極と、該上部磁極と前記下部磁極の間に絶縁層を介して配置された導体コイルとを有する記録ヘッドとを具備することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項2】

基板上に設けられた下部磁気シールドと上部磁気シールドとの間に絶縁層を介して配置された再生素子を有する再生ヘッドと、該再生ヘッドに隣接して設けられ一端に突出部が形成され該突出部の上部の両端角部が除去された下部磁極と、該下部磁極の上に磁気ギャップ層を介して設けられ、前記突出部を含む一端側に磁気ギャップを構成し、該磁気ギャップと反対側で前記下部磁極に接続された上部磁極と、該上部磁極と前記下部磁極の間に絶縁層を介して配置された導体コイルとを有する記録ヘッドとを具備することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項3】

基板上に設けられた下部磁気シールドと上部磁気シールドとの間に絶縁層を介して配置された再生素子を有する再生ヘッドと、該再生ヘッドに隣接して設けられた下部磁極と、該下部磁極の一端の上に設けられその一端に突出部が形成された下部磁極先端層と、前記下部磁極の他端の上に設けられた下部磁極後端層と、該下部磁極後端層と前記下部磁極先端層との間を充填する非磁性絶縁層と、前記下部磁極先端層、非磁性絶縁層及び下部磁極後端層の上に磁気ギャップ層を介して設けられ、前記突出部を含む一端側に磁気ギャップを構成し、前記下部磁極後端層に接続された上部磁極と、該上部磁極と前記下部磁極の間に絶縁層を介して

配置された導体コイルとを有する記録ヘッドとを具備することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項4】

基板上に設けられた下部磁気シールドと上部磁気シールドとの間に絶縁層を介して配置された再生素子を有する再生ヘッドと、該再生ヘッドに隣接して設けられた下部磁極と、該下部磁極の一端に設けられた複数の層から構成されその最上層の一端に突出部が形成された下部磁極先端層と、前記下部磁極の他端の上に設けられた下部磁極後端層と、該下部磁極後端層と前記下部磁極先端層との間を充填する非磁性絶縁層と、前記下部磁極先端層、非磁性絶縁層及び下部磁極後端層の上に磁気ギャップ層を介して設けられ、前記突出部を含む一端側に磁気ギャップを構成し、前記下部磁極後端層に接続された上部磁極と、該上部磁極と前記下部磁極の間に絶縁層を介して配置された導体コイルとを有する記録ヘッドとを具備することを特徴とする記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項5】

前記下部磁極あるいは下部磁極先端層の前記突出部を含む一端側の前記上部磁極との対向部分に第2の突出部が形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項6】

前記上部磁極は前記磁気ギャップを構成する部分に位置する上部磁極先端層と、該上部磁極先端層に繋がる上部磁極上層と、該上部磁極上層と繋がり前記下部磁極後端層に接続された上部磁極後端層とを有することを特徴とする請求項3乃至5のいずれか1項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項7】

前記下部磁極あるいは下部磁極先端層に形成された前記突出部の深さは0..01 μm ~1.0 μm であることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項8】

前記下部磁極あるいは下部磁極先端層に形成された前記突出部の幅は0.26 μm ~0.6 μm であり、前記第2の突出部の幅は少なくともトラック幅を有す

ることを特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項9】

前記導体コイルは2層以上積層され、各導体コイルは端部で直列に接続されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項10】

前記導体コイルは2層で構成され、下層の導体コイルは前記上部磁極先端層と上部磁極後端層の間に配置されていることを特徴とする請求項6乃至9のいずれか1項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【請求項11】

前記導体コイルは2層で構成され、下層の導体コイルは前記下部磁極先端層と下部磁極後端層の間に配置され、上層の導体コイルは前記上部磁極先端層と上部磁極後端層との間に配置されていることを特徴とする請求項6乃至9のいずれか1項に記載の記録再生分離型磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は磁気ディスク装置に使用される記録再生分離型磁気ヘッドに係り、特に高記録密度、高トラックピッチで使用される狭トラック幅を有する薄膜記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、磁気ディスク装置の記録密度の向上に伴って、記録媒体の性能向上とともに記録再生特性に優れた薄膜磁気ヘッドの開発が強く要求されている。現在、再生ヘッドとしては、高い再生出力を得ることができるM R（磁気抵抗効果）素子やG M R（巨大磁気抵抗効果）素子を用いたヘッドが使用されている。また、さらに高い再生感度の得られるT M R（トンネル磁気抵抗）素子も開発されている。一方、記録ヘッドには従来の電磁誘導を利用した誘導型の薄膜記録ヘッドが

用いられており、以上の再生ヘッドと記録ヘッドを一体に形成した記録再生分離型薄膜磁気ヘッドが用いられている。

【0003】

薄膜記録ヘッドの記録特性を向上するためには、高保磁力の記録媒体を十分に記録するために強くかつ急峻な記録磁界を発生する必要がある。ところが、トラック密度向上に伴うトラック幅の減少により、薄膜記録ヘッドの磁極先端部に磁気飽和が生じ、記録磁界が低下する問題が発生する。また、記録磁界がトラック幅のみでなく、隣接トラック部にも漏洩する問題がある。

【0004】

従来の薄膜磁気ヘッドとして、特許文献1の図2に記載されるように、上部磁極を上部磁極先端層と上部磁極上層に分離する構造がある。この構造は図3に示すように、非磁性材からなる基板1の上に、再生分解能を向上し外部磁界の影響を排除するための軟磁性材からなる下部磁気シールド2を設け、その上に非磁性絶縁材よりなる再生ギャップ3を設け、再生ギャップ3中にMRまたはGMR素子からなる再生素子4を配置する。この上に上部磁気シールドを兼用する軟磁性材料よりなる下部磁極5を設け、さらに記録ギャップ層6を配置する。この上に、ギャップデプスを規定するためのデプス規定用非磁性層7を設け、さらに、上部磁極先端層8および上部磁極後端層9を設け、これらの間隙を非磁性絶縁層10で埋め込み、平坦化する。この上に、コイル絶縁層11を設け、コイル絶縁層11中に下層導体コイル12および上層導体コイル12'を配置する。なお、導体コイルは一層のみの場合もある。さらに上部磁極上層13を設け、ヘッド全体を保護層14で保護する。

【0005】

上部磁極先端層8の浮上面15における幅はトラック幅に相当する幅に加工されている。導体コイル12、12'は上部磁極上層後端部16を周回する如く構成する。導体コイル12、12'に記録電流を印加することにより、上部磁極上層13および上部磁極後端層9、下部磁極5に磁束を誘起し、記録ギャップ先端より発生する記録磁界により、浮上面15から微少距離離れて移動する記録媒体17に信号を記録する。記録ギャップ近傍には下部磁極5より磁束が集中し、この

結果高い記録磁界が発生する。上部磁極先端層8が記録ギャップ層6と接触する長さをギャップデプスGdと称し、これを減少するほど磁束が磁極先端に集中するため記録磁界が増加する。

【0006】

また、狭トラック幅形成の精度を向上する方法として、図4に示す記録再生分離型薄膜磁気ヘッドが特許文献2で提案されている。このヘッドでは、下部磁極主層18の上に下部磁極先端層19および下部磁極後端層20を設け、これらの間隙を下部非磁性絶縁層21で埋め込み、平坦化して記録ギャップ層6を形成し、この平坦面上にレジストフレームを作成して上部磁極先端層8を形成する。これにより、狭トラック幅を高精度で形成することが出来る。

【0007】

図4に示す記録再生分離型薄膜磁気ヘッドのヘッド先端部の斜視図を、図5に示す。図3および図4に示す薄膜磁気ヘッドとも、下部磁極5および下部磁極先端層18の先端部にはトラック幅Twとほぼ同等の幅を有するトリム部22を形成し、これによりトラック幅Twの外側に漏洩するいわゆるフリンジ磁界を低減している。

【0008】

特許文献1

特開2000-276707号公報（第7-8頁、図2）

特許文献2

特開2002-157705号公報（第3頁、図1-図2）

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

前記従来技術において、トリム部22は、上部磁極先端層8のトラック形成部をマスクとして、イオンミリングあるいはリアクティブイオンエッティングにより下部磁極5あるいは下部磁極先端層19を掘り込んで形成する。このため、トリム部22の高さTrは記録ギャップの約2~3倍程度が限度であり、トリム部22の高さを大きくすることは製造上極めて困難である。したがって、トラック幅の外側に漏洩する磁界を十分に小さくすることが困難であり、トラックピッチの

減少に伴って、隣接トラックに余分な信号を記録したり、隣接トラックの記録信号を多数回の記録動作を行うことにより徐々に消去してしまうという可能性がある。

【0010】

本発明の目的は、薄膜記録ヘッドのオフトラック漏洩磁界を大幅に減少し、狭トラックピッチを実現する記録再生分離型磁気ヘッドを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の記録再生分離型磁気ヘッドは、下部磁極あるいは下部磁極先端層に、トラック幅に等しいかやや広い幅を有する浮上面側に突出する突出部を設け、突出部以外の下部磁極あるいは下部磁極先端層は浮上面より後退させる。このような構成をとることにより、オフトラック部の漏洩磁界が発生する下部磁極あるいは下部磁極先端層の上端面が浮上面に露出しないため、オフトラック部の漏洩磁界を大幅に低減することができる。

【0012】

下部磁極あるいは下部磁極先端層に形成した突出部に上部磁極先端層のトラック幅部分を形成する場合、突出部と上部磁極先端層のトラック幅部分の位置合わせが困難となる。突出部の幅と上部磁極先端層のトラック幅が同一であることが、オフトラック漏洩磁界の少ない記録磁界分布を得るために好ましいが、この場合、位置合わせが難しく、上部磁極と下部磁極のトラック幅ずれを生じ結果的に実効トラック幅の減少、記録磁界の減少を生ずる恐れがある。本発明の記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドでは、下部磁極あるいは下部磁極先端層に設ける突出部の幅を上部磁極先端層のトラック幅より大きく設定し、この上に上部磁極先端層のトラック部を形成した後、上部磁極先端層のトラック幅部分をマスクとして、イオンミリングあるいはリアクティブイオンエッティング等により前記突出部のトラック幅より広い部分を除去してトリム部を形成し、下部磁極と上部磁極のトラック幅ずれを防止する。この場合、突出部の初期の幅をトラック幅に比べて適正な値とすることにより、トラックの位置合わせを可能にし、かつオフトラック漏洩磁界も低減することが出来る。

【0013】

また、本発明の記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドでは、前記突出部のトラック幅を構成する部分以外の上端角部を除去する。これにより、突出部の幅を大きくしてもオフトラック漏洩磁界を低減することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施例により詳細に説明する。

【実施例1】、【実施例2】

本発明の第1の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッド先端部近傍の斜視図を図1に示す。ヘッド断面の構造は図4と同様である。なお、本図では、下部磁極主層18、下部磁極先端層19、上部磁極先端層8、上部磁極上層13のみを示しており、磁気シールド、導体コイル、絶縁層、保護膜等の表示を省略している。下部磁極先端層19にはほぼトラック幅Twの幅を有する突出部24を設ける。この場合、突出部24以外の下部磁極先端層19は浮上面より深さLpf離れた位置に設置する。また、本発明の第2の実施例による薄膜記録ヘッド図2に示す。下部磁極先端層19にトラック幅Twより広い幅Lpfwを有する突出部24を設け、突出部24の下部磁極先端層19を浮上面から距離Lpfだけ後退させる。

【0015】

上記の構成を取ることによるオフトラック漏洩磁界を計算機シミュレーションを用いて求めた。図1および図2に示すヘッド構造において、トラック幅Tw=0.25μm、記録ギャップ長GL=0.1μm、ギャップデプスGd=1μm、トリム高さTr=0.22μm、下部磁極高さLp2h=1.5μm、上部磁極絞り位置Ly=1μm、下部磁極主層膜厚Lp1t=2μm、上部磁極先端層膜厚Up1t=1.5μm、上部磁極上層膜厚Up2t=2μmとした。薄膜記録ヘッドに使用する磁性材料として、下部磁極主層18および上部磁極上層13には4.5Ni-Fe膜(飽和磁束密度Bs=1.68T)、下部磁極先端層19および上部磁極先端層8にはCoNiFe膜(Bs=2.2T)を用いた。起磁力は0.54ATとした。また、比較例として図5に示した従来の薄膜記録ヘッドを、突出部24以外は同一の寸法および同一の磁性材料で作製した。

【0016】

図6に、突出部24の幅 L_{pfw} をトラック幅 T_w と同じ $0.25\mu m$ とした時のオフトラック方向の漏洩磁界 H_{xz} の分布を示す。Zはトラック幅方向で、Z=0はトラック幅中心であり、 H_{xz} はヘッド走行方向磁界成分 H_x とトラック幅方向磁界成分 H_z のベクトル和であり、ヘッド走行方向Xを変化した時の各Z位置での最大値を示している。図のように、 $L_{pf}d=0$ すなわち突出部24がない場合（図5に示した従来例）、オフトラック位置Z=0.5μmでの磁界は約320kA/m(40000e)と高く、さらにZが大きくなても磁界はあまり減衰しない。一方、第1の実施例の薄膜記録ヘッドのように突出部24を形成した場合、 $L_{pf}d$ が0.15μmから0.5μmのいずれの場合もオフトラックでの磁界は大幅に減少し、Z=0.5μmでの磁界は220kA/m(27500e)以下となる。

【0017】

このように突出部24がない図5に示すヘッドにおいては、上部磁極先端層8から下部磁極先端層19の上端面23に漏洩磁束が流れるため、下部磁極先端層の上端面23の浮上面位置で比較的高い漏洩磁界 H_{xz} が発生する。一方、図1に示した第1の実施例の薄膜記録ヘッドでは、下部磁極先端層19の上端面23が浮上面15より離れているため、浮上面でのオフトラック漏洩磁界 H_{xz} は大きく減衰する。オフトラック漏洩磁界の低下により、隣接トラックに記録された信号が消去、減衰するという現象は大幅に低減し、狭トラックピッチの磁気記録装置を提供することが可能となる。

【0018】

上記のように、図1に示した構成によりオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を大幅に低減した薄膜記録ヘッドを提供することが出来る。図1の薄膜記録ヘッドを製造するには、上部磁極先端層8をマスクとしてイオンミリングにより突出部24を形成することになるが、加工深さをトリム部22の形成に比較して大幅に増加する必要がある。従って、突出部24をあらかじめ備えた下部磁極先端層19を形成し、この上に上部磁極先端層8を形成する。上部磁極先端層8の形成は、下部磁極先端層19の上の記録ギャップ層6上にレジストを塗布し、下部磁極先端層19の形状になるべき部分をマスクを通して露光、現像して除去し、さらに除去し

た部分に上部磁極先端層8となる磁性膜をメッキ法により形成する。

【0019】

図2に示される本発明の第2の実施例では、突出部24の幅 L_{pfw} をトラック幅 T_w より大きく形成する。この上に上部磁極先端層8を形成した後、上部磁極先端層8のトラック部をマスクとしてイオンミリング等によりトリム部22を形成し、下部磁極先端層19のトリム部22の幅を上部磁極先端層8のトラック幅 T_w とほぼ同等となるようにする。その他の構成は前記第1の実施例と同じである。

【0020】

図7に、下部磁極先端層19の突出部24の幅 L_{pfw} を変化したときのオフトラック漏洩磁界 H_{xz} の変化を示す。ここで、 $L_{pfw}=0.15\mu m$ とした。図のように、 L_{pfw} をトラック幅($=0.25\mu m$)より $0.35\mu m$ すなわち2.4倍大きい $0.6\mu m$ としても、オフトラック漏洩磁界 H_{xz} の低減効果は維持され、トラック幅より $0.55\mu m$ すなわち3.2倍大きい $0.8\mu m$ とした場合には $L_{pfw}=0$ すなわち突出部24を設けない場合に比較して部分的にオフトラック漏洩磁界 H_{xz} が大きくなる。

【0021】

本発明の第2の実施例による薄膜記録ヘッドによれば、下部磁極先端層19の突出部24の幅をトラック幅 T_w の2.4倍大きくすることにより、上部磁極先端層8のトラック幅 T_w と突出部24との合わせ誤差を吸収して、かつオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を低減することができる。

【0022】

以上のとおり、突出部24の幅 L_{pfw} はトラック幅 T_w の2.4倍以下であればオフトラック漏洩磁界 H_{xz} の低減効果が得られる。そして突出部24以外の下部磁極先端層19の浮上面15からの後退量 L_{pfw} は0を超える値であれば効果があるが実質的には $0.01\mu m$ 以上で効果が見られる。また、 L_{pfw} が大きくなった場合にはオフトラック漏洩磁界 H_{xz} の減少効果は増加するが、トラック中心での記録磁界が低下する傾向があり、これを防ぐために $1\mu m$ 以下、望ましくは $0.5\mu m$ 以下とすることが好ましい。

【0023】

なお、下部磁極主層18あるいは下部磁極先端層19と上部磁極主層13あるいは上部磁極先端層8の幅を浮上面15から浮上面の奥行き方向に渡ってほぼ同一の幅に構成する薄膜記録ヘッドもあり得るが、前記実施例の薄膜記録ヘッドにおいては、下部磁極主層18あるいは下部磁極先端層19の幅はヘッド後部から浮上面近傍に渡って、基本的にトラック幅Twおよび突出部24の幅Lpfwより大きく構成する。これにより記録磁界の低下を防止する特徴を有する。具体的には下部磁極主層18あるいは下部磁極先端層19の幅は浮上面からLpf d以上の位置ではトラック幅Twおよび突出部24の幅Lpfwより大きく、Lpf d以下の位置では突出部24の幅となる。

【0024】

[実施例3]

本発明の第3の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドを図8に示す。第3の実施例では、突出部24の幅を大きくして、上部磁極先端層8との合わせ誤差を吸収しやすくするために、突出部24の上端角部25を幅 Δw 、深さ Δh に渡って除去する。その他の構成は図2と同じであるため図示は省略してある。図9に $Lpf d=0.15 \mu m$ 、 $Lpf w=0.8 \mu m$ とした場合のオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を示す。図のように、 $\Delta w=0$ 、 $\Delta h=0$ の場合に比較して、 Δw 、 Δh を大きくすることによりオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を減少することが出来る。従って、図2に示した実施例2の薄膜記録ヘッドにおいて、突出部24の幅Lpfwをトラック幅Twより $0.55 \mu m$ 大きい $Lpf w=0.8 \mu m$ とした場合においても、突出部24の上端角部25を除去することによりオフトラック漏洩磁界 H_{xz} を低減することが出来る。従って、突出部24の幅Lpfwを大きくでき、上部磁極先端層8のトラック部との位置合わせを容易に行うことが出来る。

【0025】

本実施例の薄膜記録ヘッドの製造方法の概略を図10及び図11に示す。本実施例の薄膜記録ヘッドを製造するには、図4において、下部磁極先端層19および下部磁極後端層20を形成した後、これらの間隙を下部非磁性絶縁層21で埋め込み、これらを研磨により平坦化し、さらにこの上に記録ギャップ層6を形成する。

【0026】

図10(a)は記録ギャップ層6を形成した状態を浮上面15から見たヘッド先端近傍を示す。下部磁極主層18の上に下部磁極先端層19の突出部24が形成されており、その両側に下部非磁性絶縁層21が埋め込まれ、これらの上に記録ギャップ層6が形成されている。次に図10(b)に示すように、上部磁極先端層のトラック部分8を突出部24の上に形成する。

【0027】

さらに、図11(c)に示すように、リアクティブイオンエッティング(RIE)により、酸化物からなる下部非磁性絶縁層21および記録ギャップ層6を選択的にエッティングし、突出部24の上端面と下部非磁性絶縁層21の上端面との間に段差dを形成する。この場合、下部非磁性絶縁層21および記録ギャップ層6を Al_2O_3 等のAl系酸化物を用いた場合にはエッティングガスとして BCl_3 などの塩素系ガスを使用する。また、下部非磁性絶縁層21および記録ギャップ層6に SiO_2 などのSi系酸化物を用いた場合には、 CF_3 あるいは CF_4 などのフッ素系ガスを使用する。これにより、突出部24に使用する金属磁性膜と下部非磁性絶縁層21および記録ギャップ層6とのエッティングレートの比が10~100と大きくとれるため、下部非磁性絶縁層21の段差dを容易に形成することが出来る。

【0028】

次に、図11(d)に示すように、上部磁極先端層のトラック部8をマスクとして、イオンミリング等により突出部24の上面を除去する。これにより、トリム部22を形成する。また、下部非磁性絶縁層21との段差dが存在するために、突出部24において Δw の幅、 Δh の深さに渡って、上端角部25が除去される。

【0029】

ここで、図11(c)においてRIEを用いて下部非磁性絶縁層21の段差dを形成せずに、図11(d)においてイオンミリングを行った場合には、下部非磁性絶縁層21に用いるAl系またはSi系酸化物のエッティングレートが突出部24に用いる金属磁性膜のエッティングレートに比較して遅いために、突出部24の上端角部25を除去できない。

【0030】

一方、下部非磁性絶縁層21としてフォトレジスト等の有機物を用いた場合には、金属磁性膜に比べてフォトレジスト等の有機物のほうがイオンミリングによるエッチングレートが高いため、RIEにより下部非磁性絶縁層21との段差dを形成しなくとも、図11(d)においてイオンミリングを行うことにより、所望の突出部上端角部25の除去を行うことができる。下部非磁性絶縁層21としてフォトレジストを用いる場合には、上部磁極先端層8を形成後、前記フォトレジストを除去し、再度Al₂O₃などの非磁性絶縁層を充填して浮上面15にフォトレジストが露出するのを防ぐ必要がある。

[実施例4]、[実施例5]

本発明の上記各実施例においては、図4および図5に示した下部磁極先端層19が存在する薄膜記録ヘッドを基にした例を示したが、図3に示した下部磁極先端層がない薄膜記録ヘッドを基に、図12および図13のように、下部磁極5に突出部24を設けても、前記各実施例と同様のオフトラック漏洩磁界の低減効果が得られる。（実施例4）

また、図3および図4には、下部磁極と上部磁気シールドを兼用した記録再生分離型磁気ヘッドを示したが、図14および図15に示すように、上部磁気シールド26と下部磁極5あるいは下部磁極主層18を分離し、これらの間に非磁性材からなる分離層27を設けた、いわゆるピギーバック構造としても良い。これにより、下部磁極5、18から再生素子4に漏洩する記録磁束が低減し、再生出力の不安定性を防止できる。（実施例5）

なお、前記図12および図13に示される記録再生分離型磁気ヘッドは、分離層27を設けたピギーバック型の例を示したものである。

【0031】

実施例4及び5の突出部24を設けた下部磁極先端層19あるいは下部磁極5はいわゆるフレームメッキ法あるいはパターンメッキ法により作製するのが好ましい。これらの方では、下部磁極先端層19あるいは下部磁極5を形成すべき基体に導電性のシード膜をスパッタリング法等により形成し、さらにこの上にフォトレジストを塗布する。次に、マスクを通してフォトレジストを露光、現像し、突出部24を有する下部磁極先端層19あるいは下部磁極5の形状となるべき

部分を除去し、この部分に電気メッキ法により下部磁極先端層19あるいは下部磁極5となるべき磁性膜を形成する。

【0032】

フレームメッキ法は所望の磁極形状を囲むように一定の幅を有する枠状のレジストを形成する方法であり、パターンメッキ法はレジスト形状が枠状ではなく、磁極の形状が凹部となり周囲がレジストで構成されるレジストパターンを形成する方法である。いずれの方法でも、突出部24の幅Lpfwおよび下部磁極先端層19あるいは下部磁極5の後退量Lpfldを精度良く作製する方法として好適である。また、突出部24のない下部磁極先端層19あるいは下部磁極5をメッキ法あるいはスパッタリング法により形成し、マスクを通して不要部をイオンミリング等により除去して突出部24を形成してもよい。

【0033】

実施例4及び5の薄膜記録ヘッドにおいて、突出部24を構成する磁性膜は上部磁極先端層8とともに記録ギャップに接して記録磁界を発生する主要部であるため、飽和磁束密度の高い磁性材料を用いる必要がある。具体的にはFeCo膜あるいはこれに耐食性を増加するためのN、Ni等を少量含む磁性膜がある。これらは最大2.4Tまでの高い飽和磁束密度を有する。また、CoNiFe膜は組成を調整することにより1.8Tから2.4Tまでの高い飽和磁束密度が得られる。さらに、Feを50wt%以上含むFeNi膜は1.6T以上の高い飽和磁束密度が得られる。

【0034】

これらの膜は単独で下部磁極先端層19あるいは下部磁極5を形成してもよいが、これらを2層以上で構成し、記録ギャップに接する下部磁極先端層19あるいは下部磁極5の上層部にはFeCo膜などの高飽和磁束密度を有する磁性膜を使用し、下部磁極先端層19あるいは下部磁極5の下層部にはCoNiFe, 46NiFe膜などのように、FeCo膜よりは飽和磁束密度が低下するが耐食性が高い膜を使用することも出来る。

[実施例6]

本発明の第6の実施例を図16および図17に示す。ここでは、下部磁極先端層19を使用する例を示すが、下部磁極先端層19がなく下部磁極5のみの場合

も同様である。本実施例では図のように、下部磁極先端層19を複数の層で構成し、下部磁極先端層上層部28のみに突出部24を形成する。このようにした場合でも下部磁極先端層19の上端面23が浮上面15に露出する部分が記録ギャップから離れるために、オフトラック漏洩磁界を低減することができる。

【0035】

本実施例の薄膜記録ヘッドの製造方法の例を図18及び図19に示す。図18は下部磁極先端層近傍を浮上面より見た図である。図18(a)に示すように、下部磁極主層18の上に前記のフレームメッキ法あるいはパターンメッキ法により下部磁極先端層下層部29を形成し、下部非磁性絶縁層を充填して平坦化し、この上に下部磁極先端層上層部28となるべき磁性膜を形成する。下部磁極先端層上層部28の形成には前記と同様のフレームメッキ法あるいはパターンメッキ法を使用してもよいが、この場合、再度研磨等により平坦化加工が必要となる。

【0036】

下部磁極先端層上層部28の膜厚は記録特性のばらつきを押さえるために比較的高精度が要求されるが、研磨加工は膜厚精度の点で必ずしも十分でない場合がある。従って、本実施例ではいわゆるリフトオフ法を用いる。図18(b)に示すように、下部磁極先端層上層部28の磁性膜上に2段レジスト法等により上部の幅が下部の幅より大きいレジストパターン30を形成する。このレジストパターン30は突出部24を有する下部磁極先端層上層部28の形状とほぼ等しくする。

【0037】

次に図19(c)に示すように、前記レジストパターン30をマスクとしてイオンミリング等により下部磁極先端層上層部の磁性膜28の不要部を除去し、突出部24を有する下部磁極先端層上層部28の形状が得られる。次に、図19(d)に示すように、先に磁性膜を除去した部分に前記レジストパターン30をマスクとしてスパッタリング法などにより非磁性絶縁層21を埋め込む。これにより、下部磁極先端層上層部28と非磁性絶縁層21がほぼ平坦な形状が得られる。さらに、前記マスクパターン30を除去し、記録ギャップ層6を形成して、その後は図10及び図11に示したと同様の方法により、本実施例の薄膜記録ヘッドが

得られる。

【0038】

本実施例において、下部磁極先端層上層部28に使用する磁性膜はメッキ膜を使用してもよいが、スパッタ膜を使用することが出来る。スパッタ膜を使用した場合、メッキ膜では使用できない、FeCoAl系磁性膜、FeCoN系磁性膜等が使用でき、耐食性向上が可能となる。

【0039】

前述の本発明の各実施例においては、図3および図4のように、導体コイルが2層で上部磁極上層後端部16を周回するように構成された例を示したが、導体コイルは1層もしくは3層でもよく、また、図20に示すように、下層導体コイル12が上部磁極先端層8と上部磁極後端層9の間にあって上部磁極後端層9を周回し、上層導体コイル12'が上部磁極上層後端部16を周回する場合、あるいは、下層導体コイル12が下部磁極先端層19と下部磁極後端層20の間にあって下部磁極後端層20を周回する場合等がある（図示せず）。

【0040】

また、図21に示すように、下層導体コイル12が下部磁極先端層19と下部磁極後端層20の間にあり、上層導体コイル12'が上部磁極先端層8と上部磁極後端層9の間にある場合、さらに図21において下層導体コイル12のみの場合等がある。また、図21の例では、上部磁極上層部13の部分に導体コイルがないため、上部磁極上層13が平坦な形状を有する。この場合では磁気回路の実質的な周回長が短いために、高周波特性の向上に有利である。

【0041】

さらに、図22の例では、下部磁極が下部磁極先端層19、下部磁極主層18および下部磁極後端層20からなり、上部磁極は先端層が無く平坦な上部磁極上層13のみからなり、このヘッド先端部でトラック幅を形成している。導体コイル12は下部磁極先端層19と下部磁極後端層20の間に配置されている。このような構成の場合は、磁気回路の周回長を短くするために高周波特性の向上に有利である。この構成においても、前記各実施例と同様に下部磁極先端層19に突起部を設け、突起部以外の下部磁極先端層19を浮上面より後退させることに

より、オフトラック漏洩磁界を低減し隣接トラックの信号減衰を防止することができる。

【0042】

以上の本発明の各実施例によれば、薄膜記録ヘッドにおける記録磁界を低下させずにオフトラック漏洩磁界を低減する効果はいずれのトラック幅においても得られるが、特にトラック幅が $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以下の狭トラック幅の領域になり、トラックピッチが 70 kTPI 以上となって、記録磁界強度およびオフトラック漏洩磁界が大きな問題になる領域において優れた効果を發揮する。また、記録媒体の保磁力が 279 kA/m (3500 Oe) 以上の高保磁力媒体を使用する磁気ディスク装置に組み込まれる場合に優れた効果を發揮する。

【0043】

前記実施例のいずれかの記録再生分離型磁気ヘッドを搭載する磁気ディスク装置は、磁気記録媒体とそれを駆動するモータと、記録再生分離型磁気ヘッドの位置決めをする機構と、これらを制御する回路系および記録再生分離型磁気ヘッドに記録信号を供給し、記録再生分離型磁気ヘッドからの再生信号を処理する回路系等から構成され、前記磁気記録媒体の保磁力が 279 kA/m (3500 Oe) 以上であり、トラックピッチ 70 kTPI 以上を実現する。

【0044】

さらに、本発明の記録再生分離型磁気ヘッドを使用した磁気ディスク装置を組み込んだ磁気ディスクアレイ装置において優れた効果を發揮する。

【0045】

以上説明した本発明の記録再生分離型磁気ヘッドにおける薄膜記録ヘッドの製造方法の特徴を整理すると以下の通りである。

【0046】

突出部 24 を含む下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 19 をフレームメッキ法またはパターンメッキ法によって形成する。

【0047】

下部磁極 5 あるいは下部磁極先端層 19 の浮上面 15 から後退した部分を $A1$ を含有する酸化物で充填し、ボロン系ガスを用いたリアクティブイオンエッ칭

グ法により充填した酸化物層21を選択的にエッチングし、前記突出部24の上端面と前記酸化物層21の上端面との間に段差dを設ける。

【0048】

また、下部磁極5あるいは下部磁極先端層19の浮上面15から後退した部分をSiを含有する酸化物で充填し、フッ素系ガスを用いたリアクティブイオンエッチング法により充填した酸化物層21を選択的にエッチングし、前記突出部24の上端面と前記酸化物層21の上端面との間に段差dを設ける。

【0049】

下部磁極5あるいは下部磁極先端層19の上層部の磁性膜をレジストパターン30をマスクに用いて不要部を除去し、同一のレジストパターン30をマスクとして除去した部分に非磁性絶縁層21を形成することにより、前記下部磁極5あるいは下部磁極先端層19の上層部の上面と非磁性絶縁層21の上面がほぼ平坦となるように形成する。

【発明の効果】

以上の説明のとおり本発明によれば、薄膜記録ヘッドの下部磁極先端層あるいは下部磁極に浮上面方向に突出部を設けることにより、オフトラック漏洩磁界を大幅に低減し、狭トラックピッチが実現可能な記録再生分離型磁気ヘッドを提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図2】

本発明の第2の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図3】

従来の記録再生分離型磁気ヘッドの断面図である。

【図4】

従来の記録再生分離型磁気ヘッドの断面図である。

【図5】

図4に示される従来の記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図6】

本発明の第1の実施例による薄膜記録ヘッドと従来の薄膜記録ヘッドのオフトラック漏洩磁界を比較する図である。

【図7】

本発明の第2の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドと従来の薄膜記録ヘッドのオフトラック漏洩磁界を比較する図である。

【図8】

本発明の第3の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッド先端部の斜視図である。

【図9】

本発明の第3の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドのオフトラック漏洩磁界を示す図である。

【図10】

本発明の第3の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの製造方法を示す図である。

【図11】

図10に続く薄膜記録ヘッドの製造方法を示す図である。

【図12】

本発明の第4の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図13】

本発明の第4の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図14】

本発明の第5の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの断面図である。

【図15】

本発明の第5の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの断面図である。

【図16】

本発明の第6の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図17】

本発明の第6の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの浮上面方向から見た斜視図である。

【図18】

本発明の第6の実施例による記録再生分離型磁気ヘッドの薄膜記録ヘッドの製造方法を示す図である。

【図19】

図18に続く薄膜記録ヘッドの製造方法を示す図である。

【図20】

本発明の各実施例に適用される導体コイルの配置例を示す断面図である。

【図21】

本発明の各実施例に適用される導体コイルの配置例を示す断面図である。

【図22】

本発明の各実施例に適用される導体コイルの配置例を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1：基板 2：下部磁気シールド 3：再生ギャップ 4：再生素子
- 5：下部磁極 6：記録ギャップ層 7：デプス規定用非磁性層
- 8：上部磁極先端層 9：上部磁極後端層 10：非磁性絶縁層
- 11：導体コイル絶縁層 12：下層導体コイル 12'：上層導体コイル
- 13：上部磁極上層 14：保護層 15：浮上面
- 16：上部磁極上層後端部 17：記録媒体 18：下部磁極主層
- 19：下部磁極先端層 20：下部磁極後端層 21：下部非磁性絶縁層
- 22：トリム部 23：下部磁極先端層上端面 24：突出部
- 25：突出部の上端角部 26：上部磁気シールド 27：分離層
- 28：下部磁極先端層上層部 29：下部磁極先端層下層部

30：レジストパターン

T_w：トラック幅 G_d：ギャップデプス GL：ギャップ長

T_r：トリム高さ L_{pfw}：突出部幅

L_{pfh}：下部磁極または下部磁極先端層後退量

L_{p2h}：下部磁極先端層の高さ L_y：上部磁極先端層の磁極広がり位置

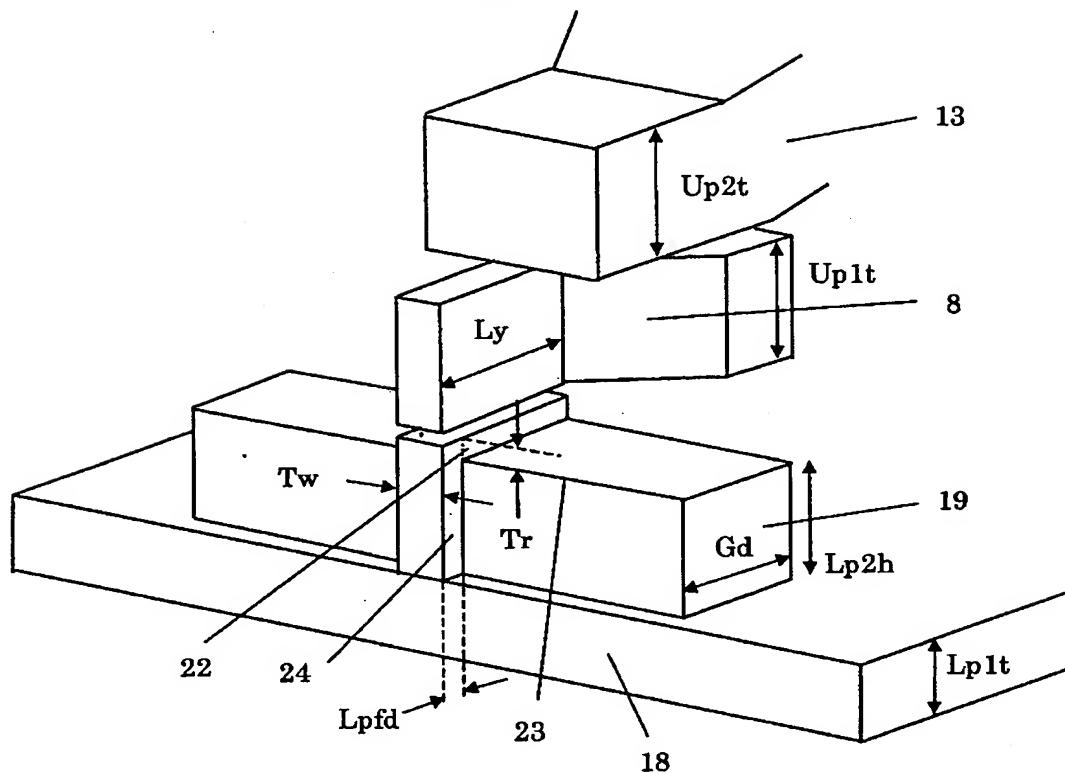
U_{p1t}：上部磁極先端層の厚さ U_{p2t}：上部磁極上層の厚さ

L_{p1t}：下部磁極主層の厚さ。

【書類名】 図面

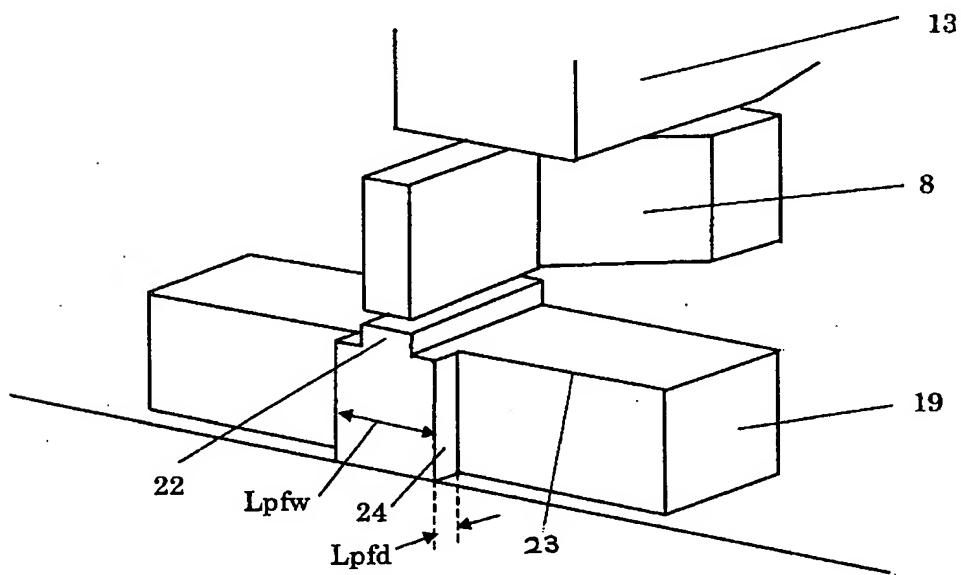
【図1】

図1

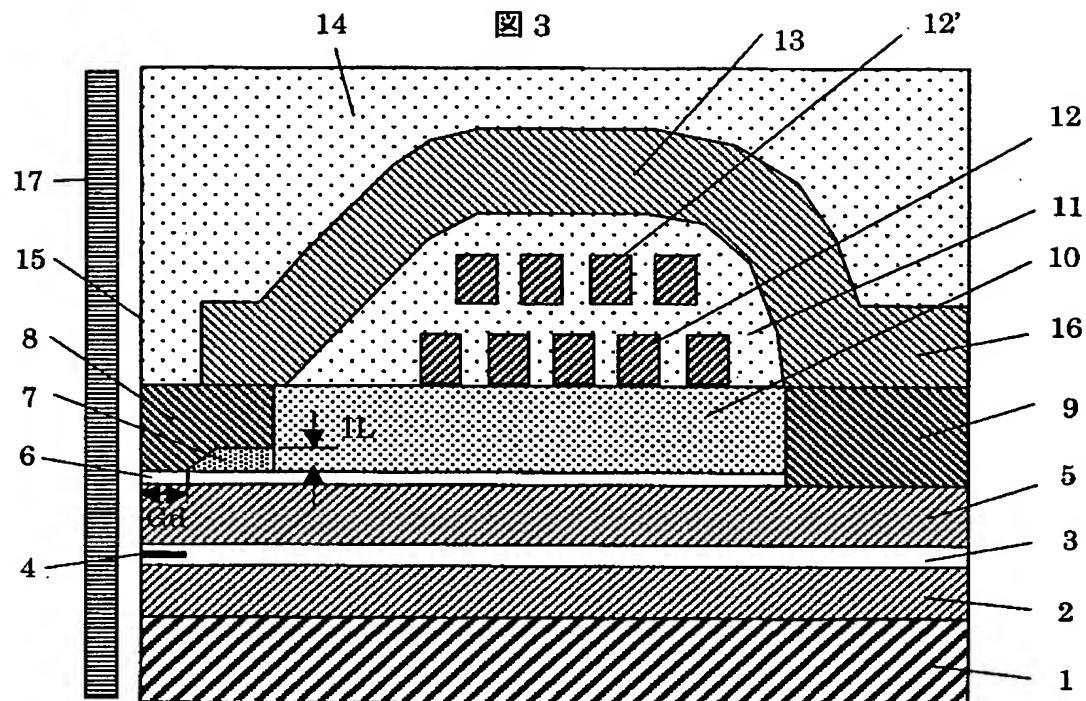


【図2】

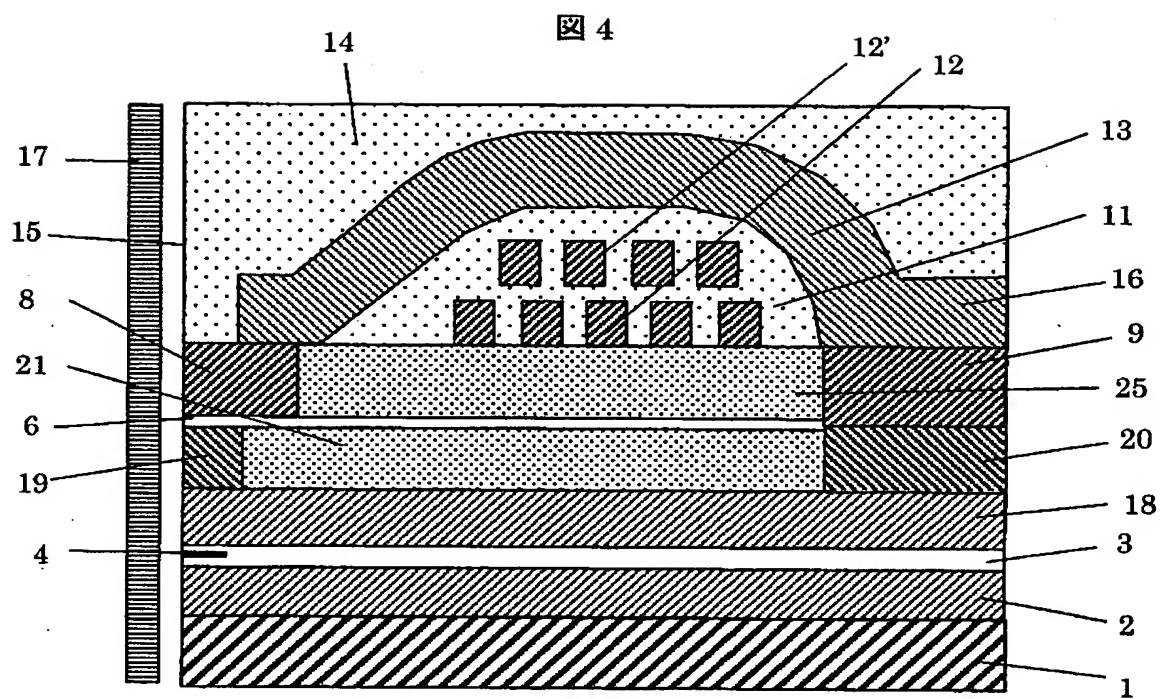
図2



【図3】

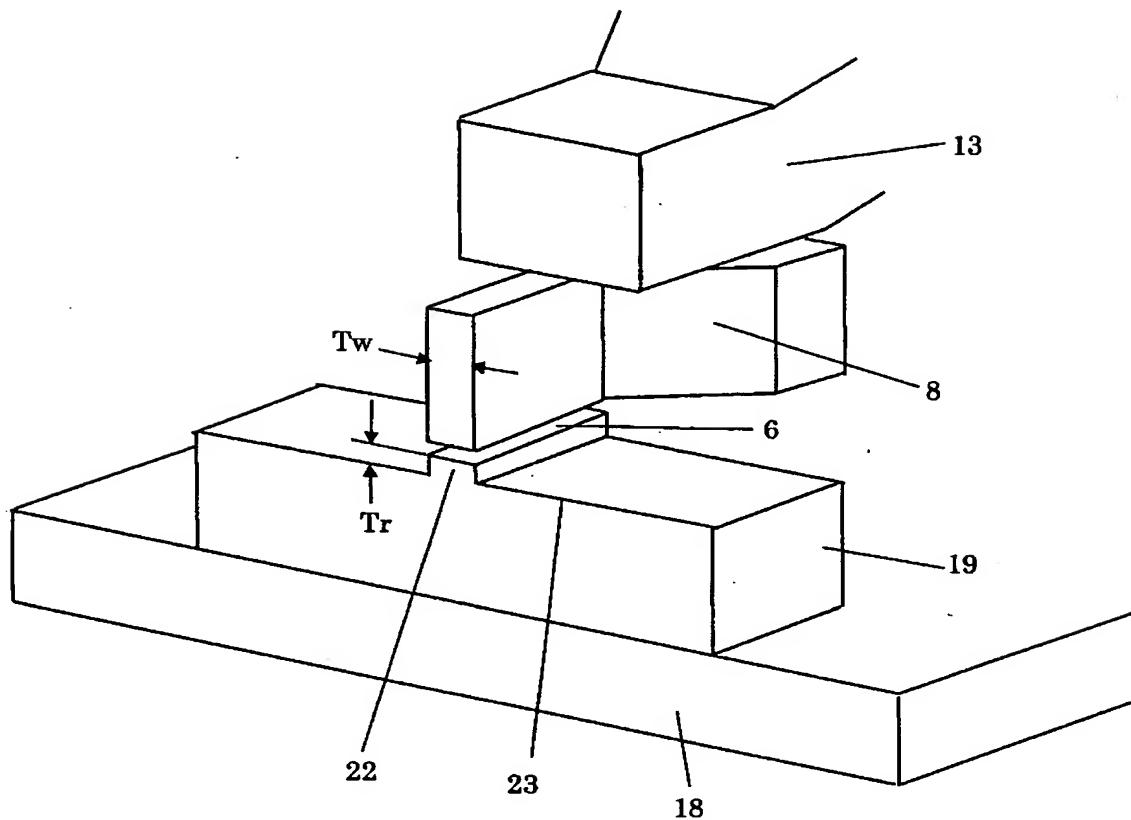


【図4】



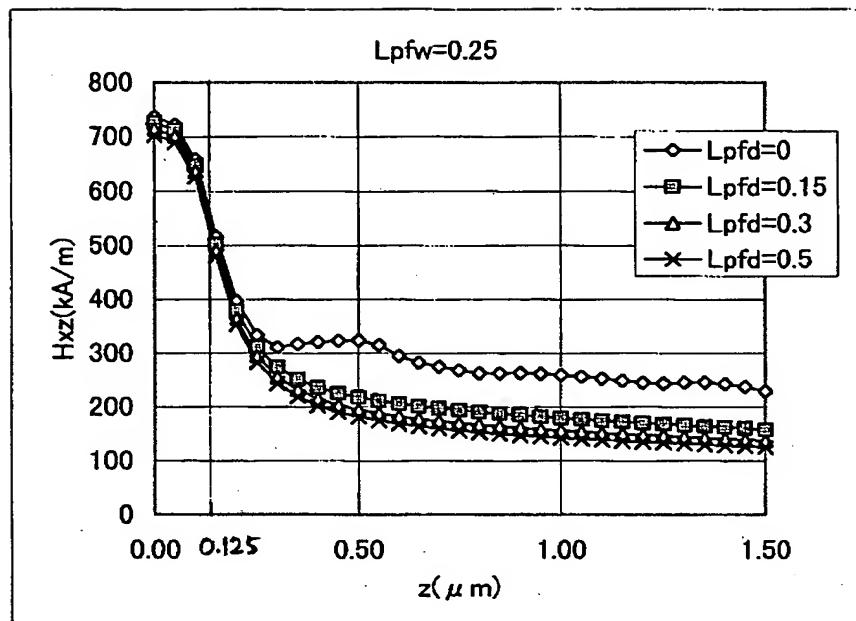
【図5】

図5



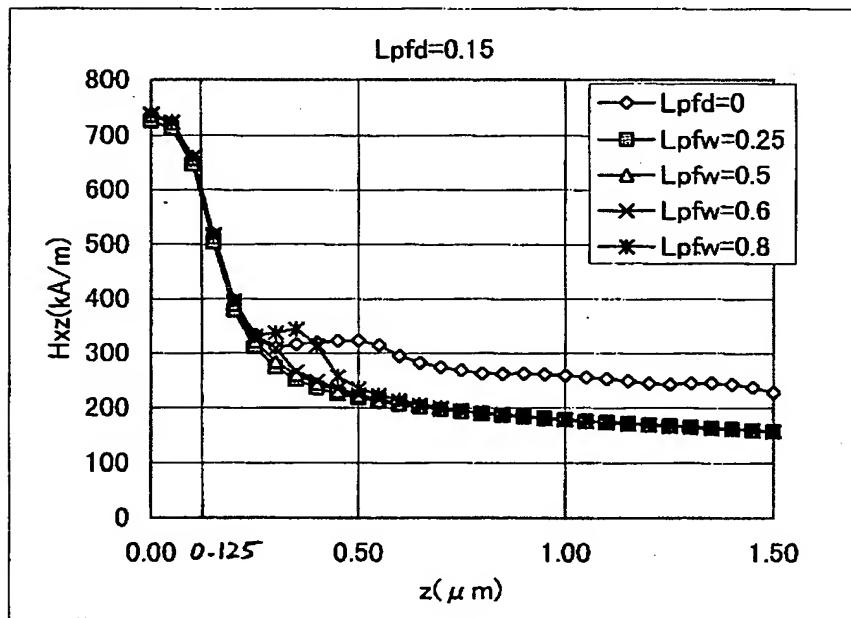
【図6】

図6



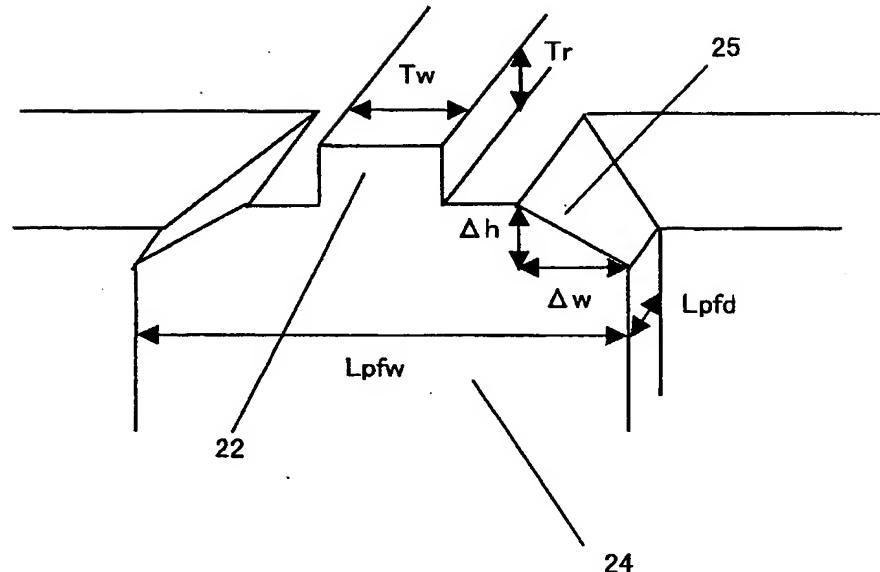
【図7】

図7



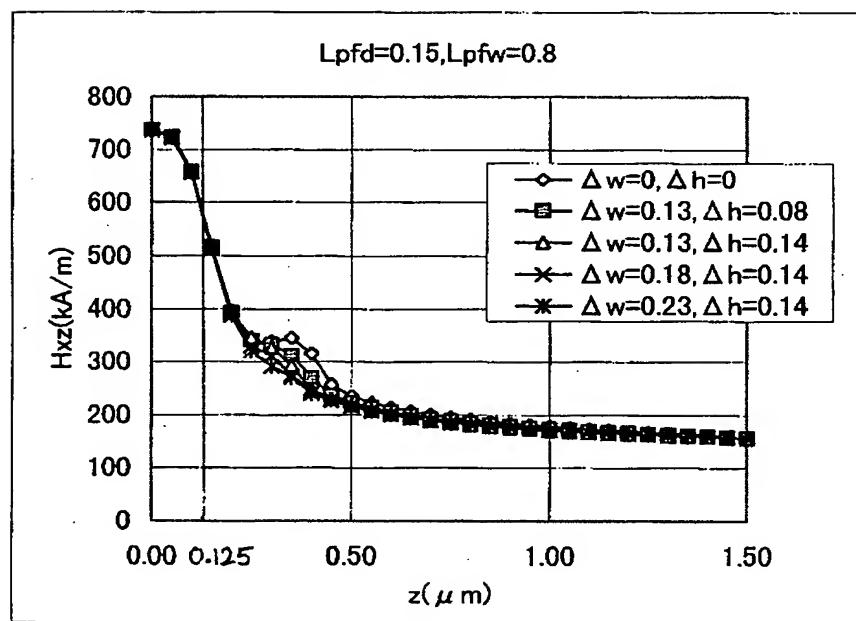
【図8】

図8



【図9】

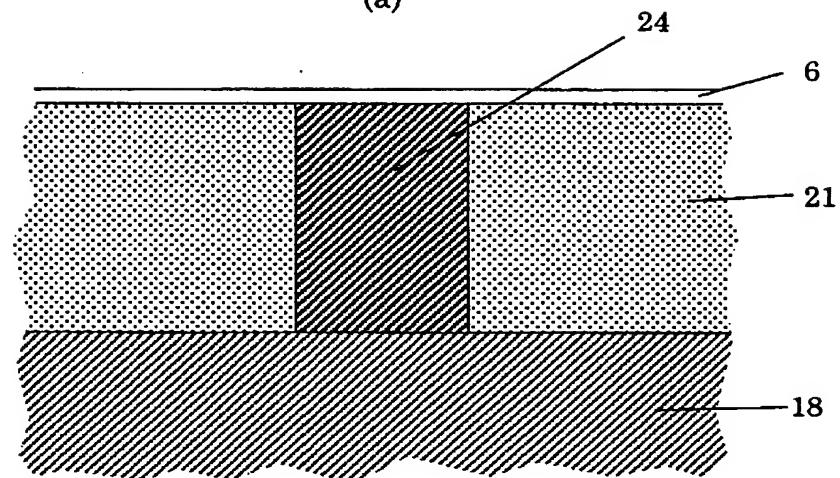
図9



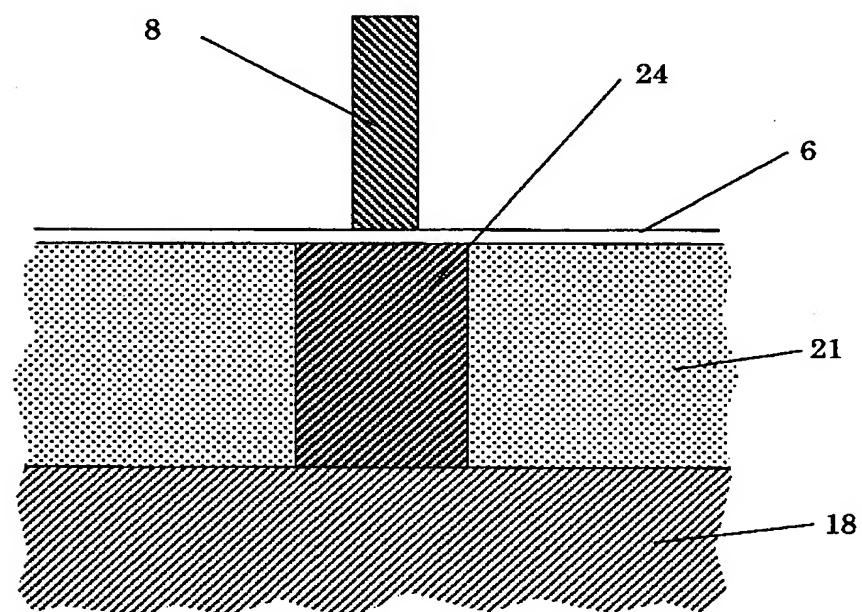
【図10】

図10

(a)



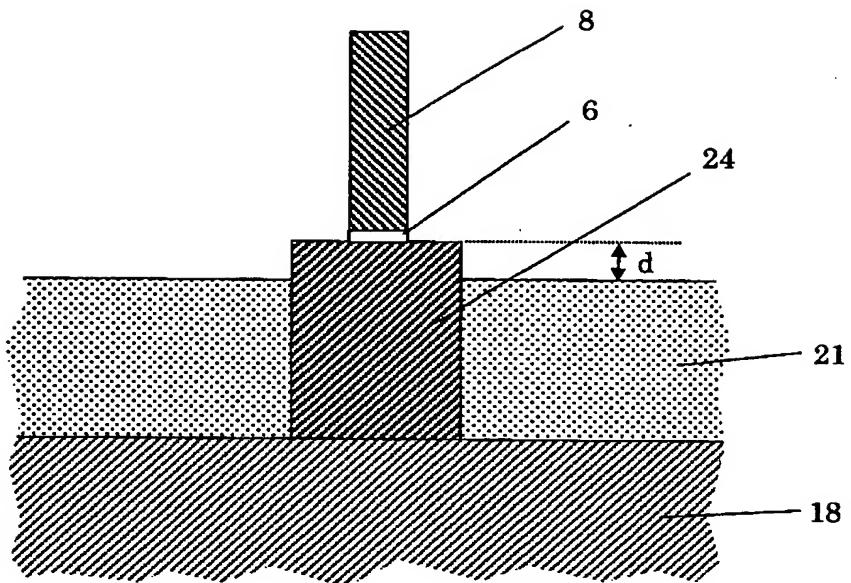
(b)



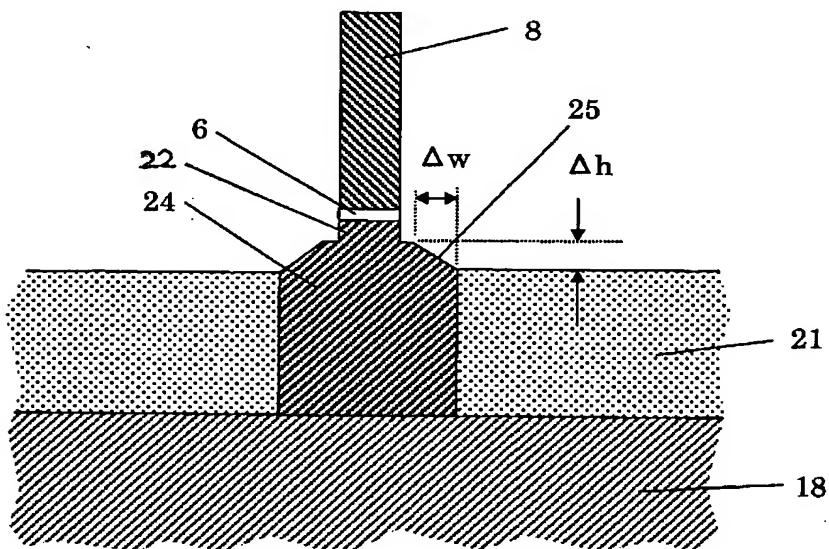
【図11】

図11

(c)

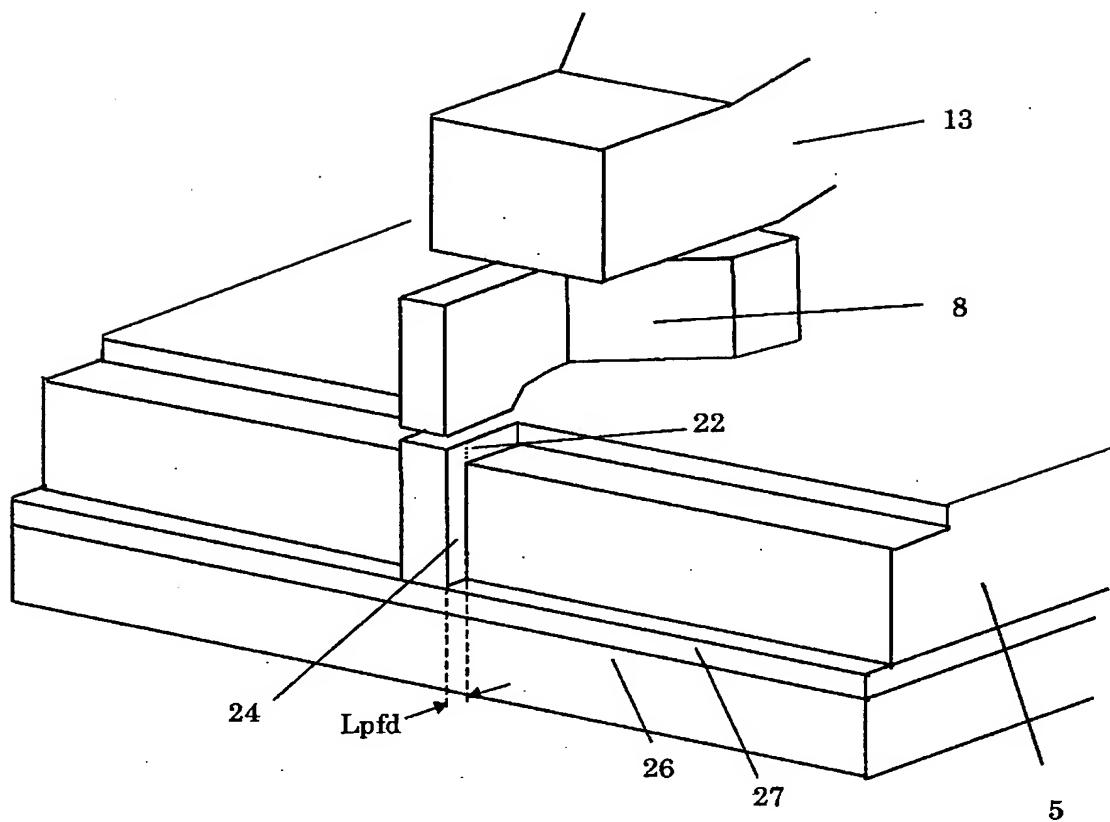


(d)



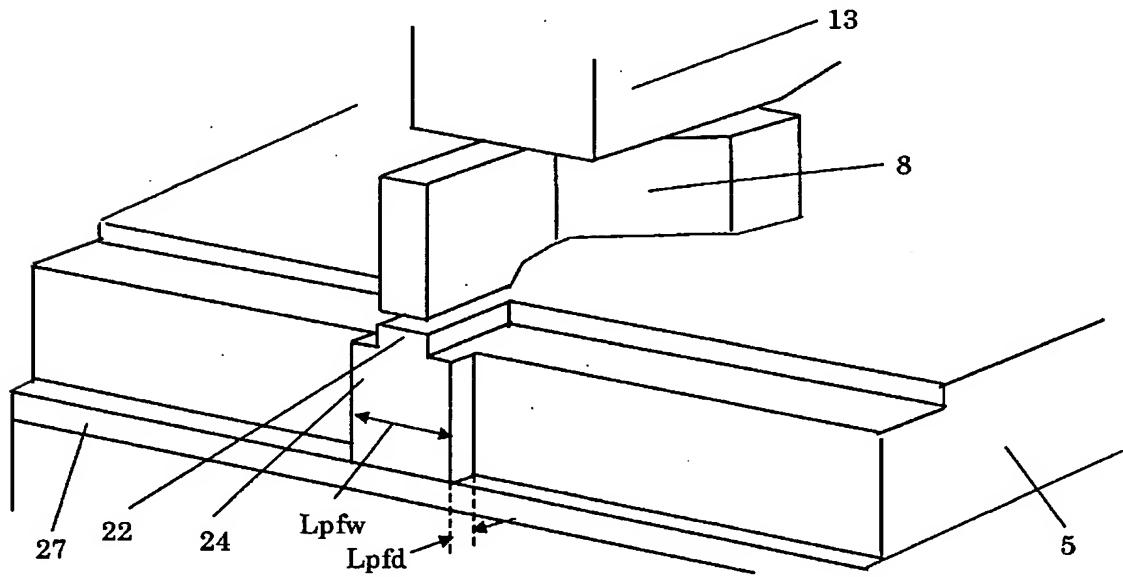
【図12】

図 12

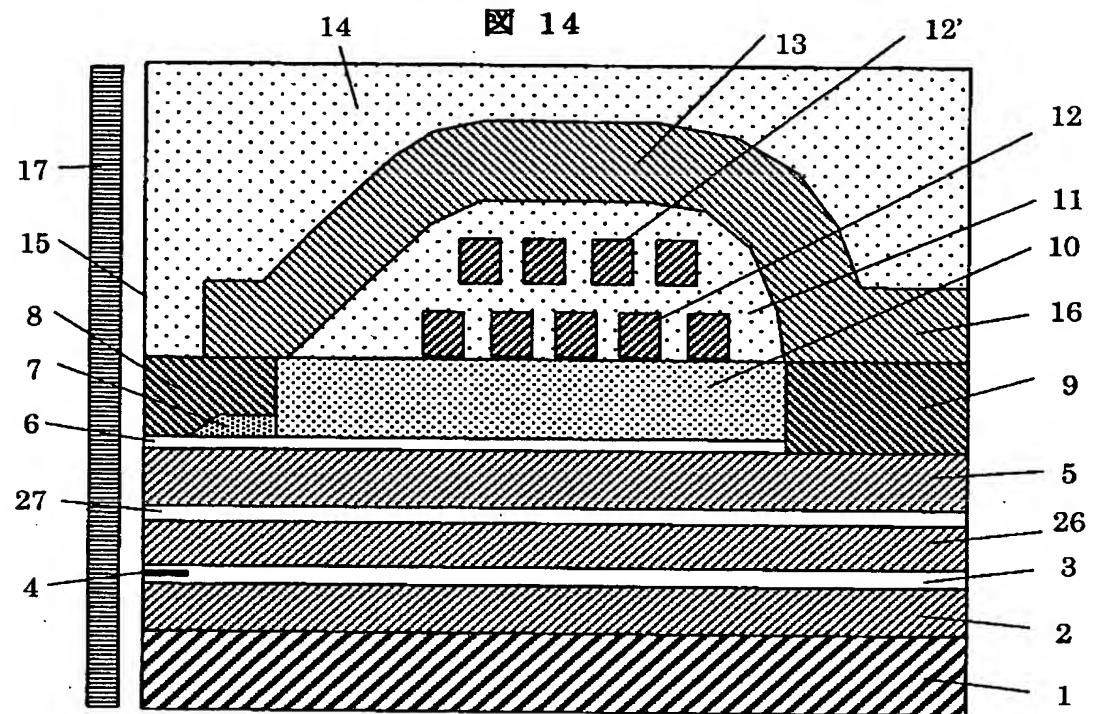


【図13】

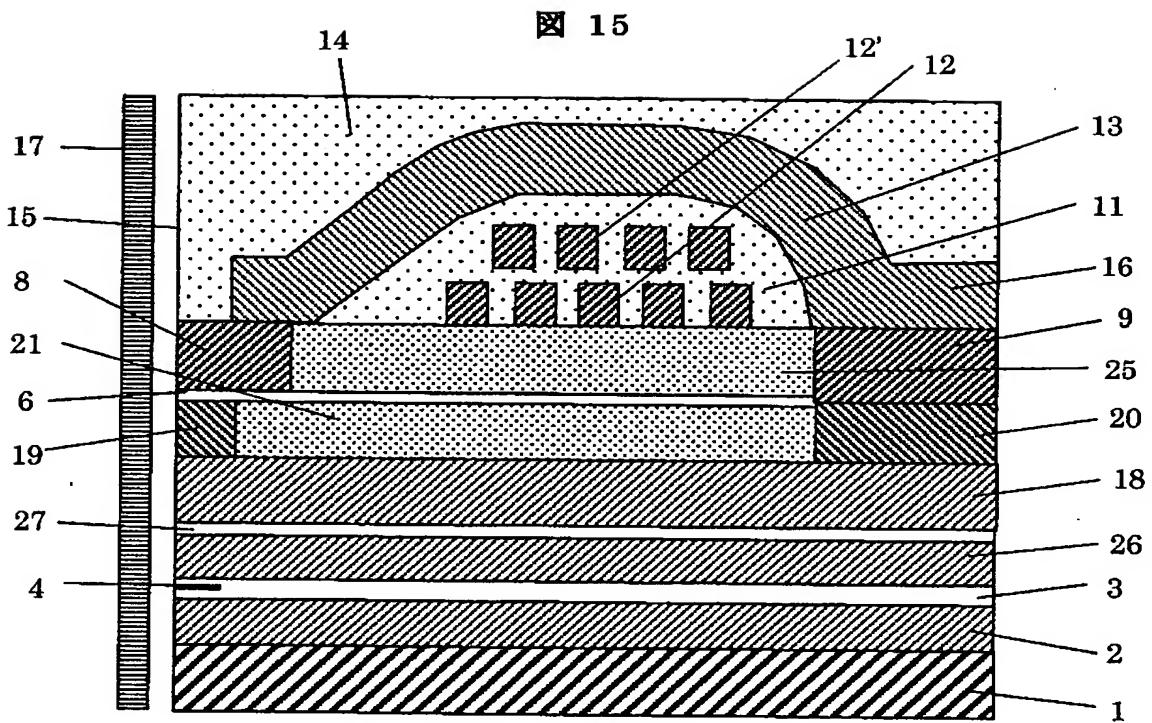
☒ 13



【図14】

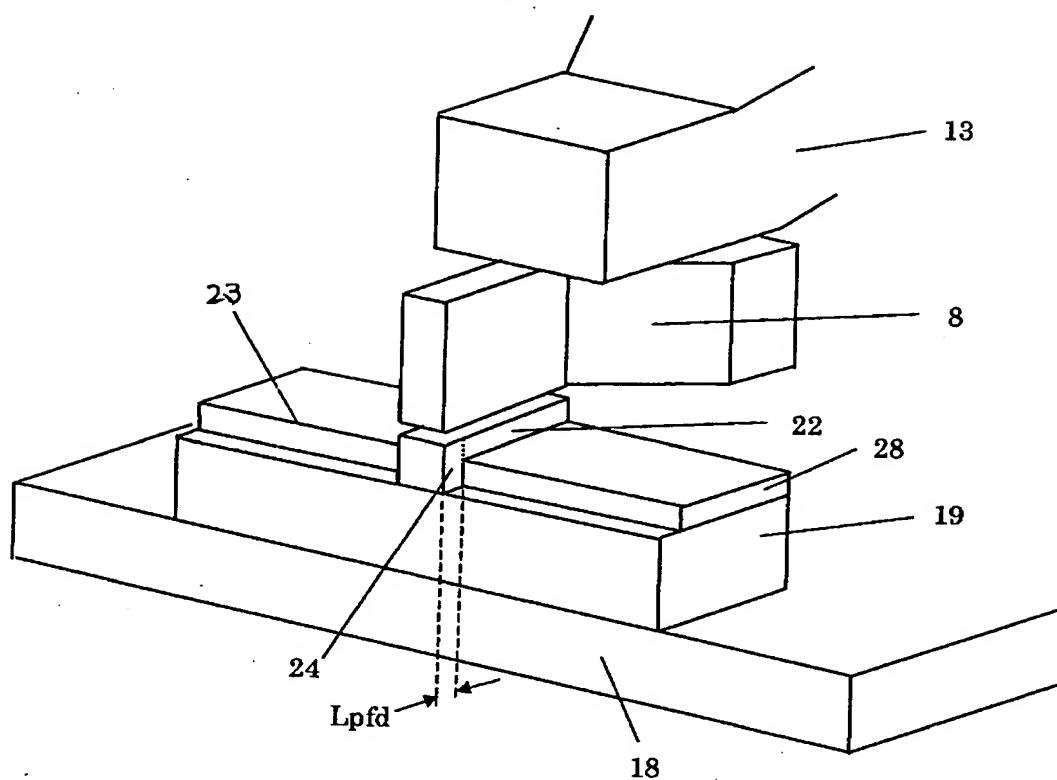


【図15】



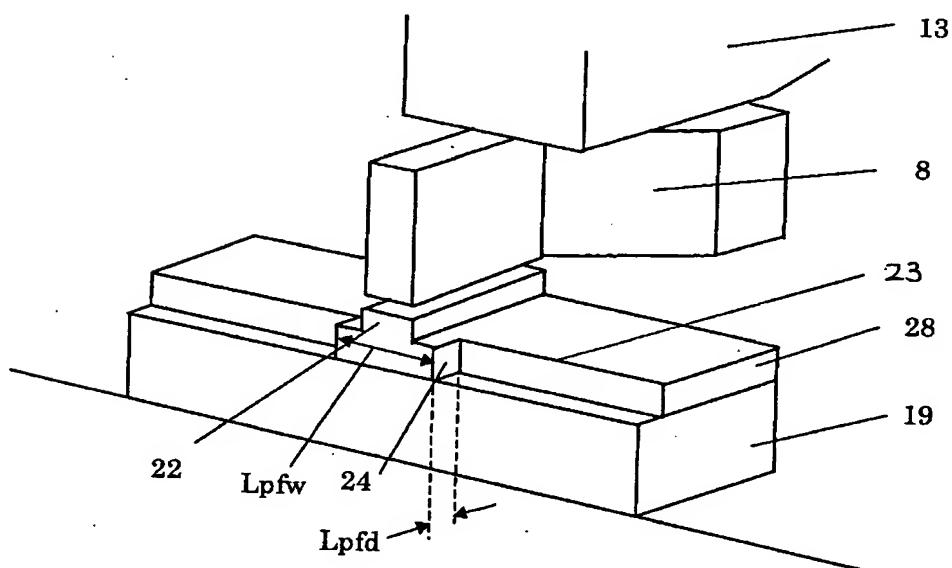
【図16】

図16



【図17】

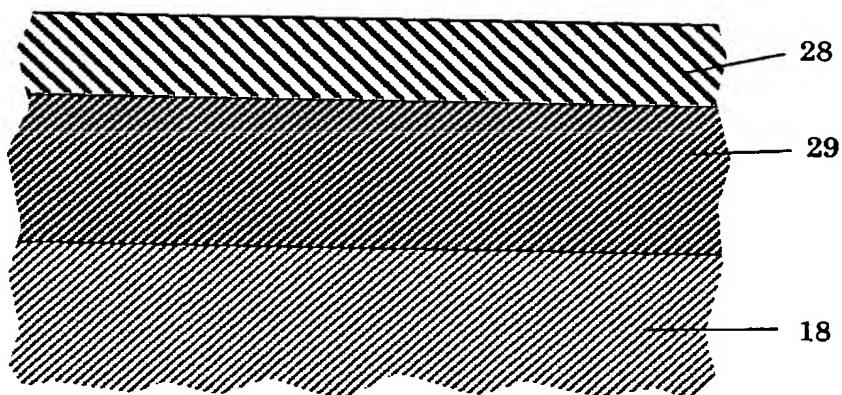
図17



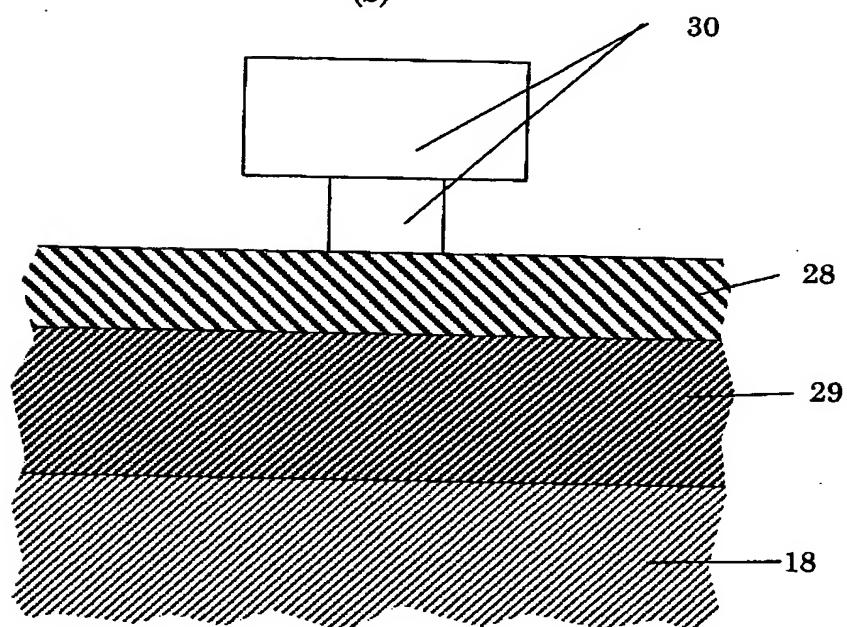
【図18】

図18

(a)



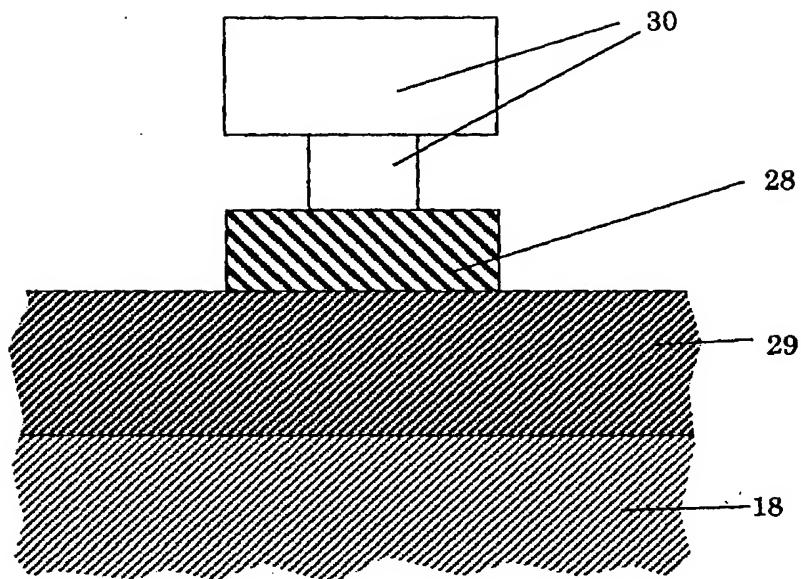
(b)



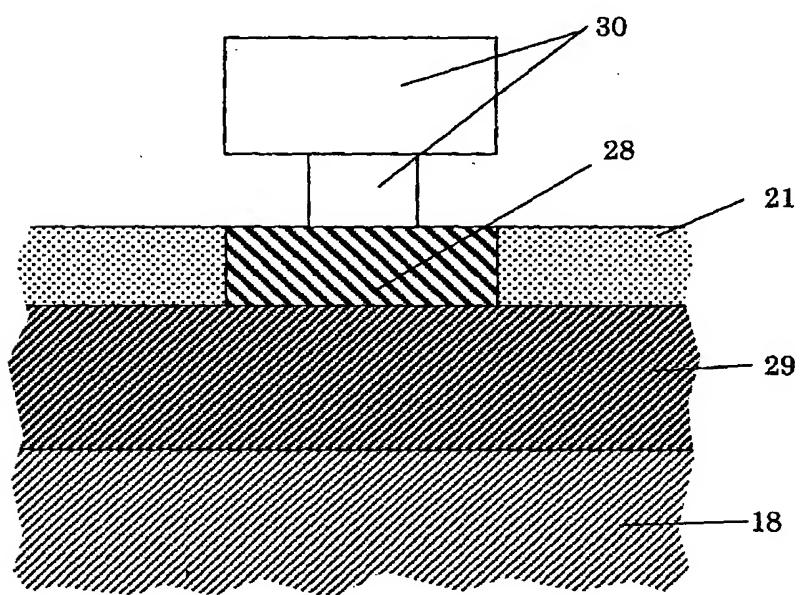
【図19】

図 19

(c)

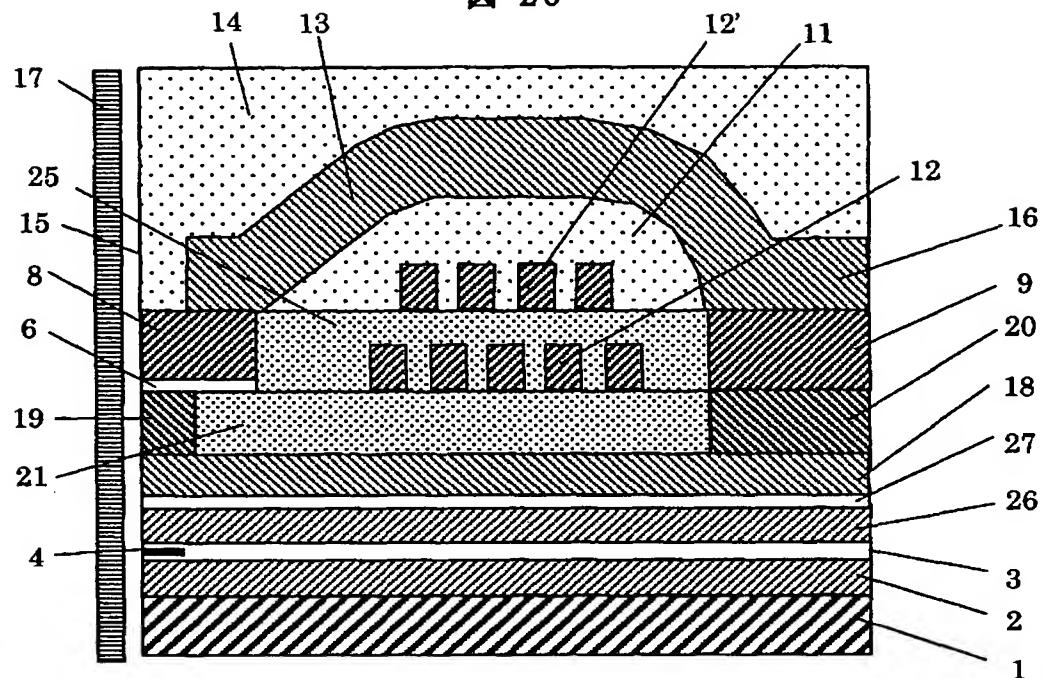


(d)



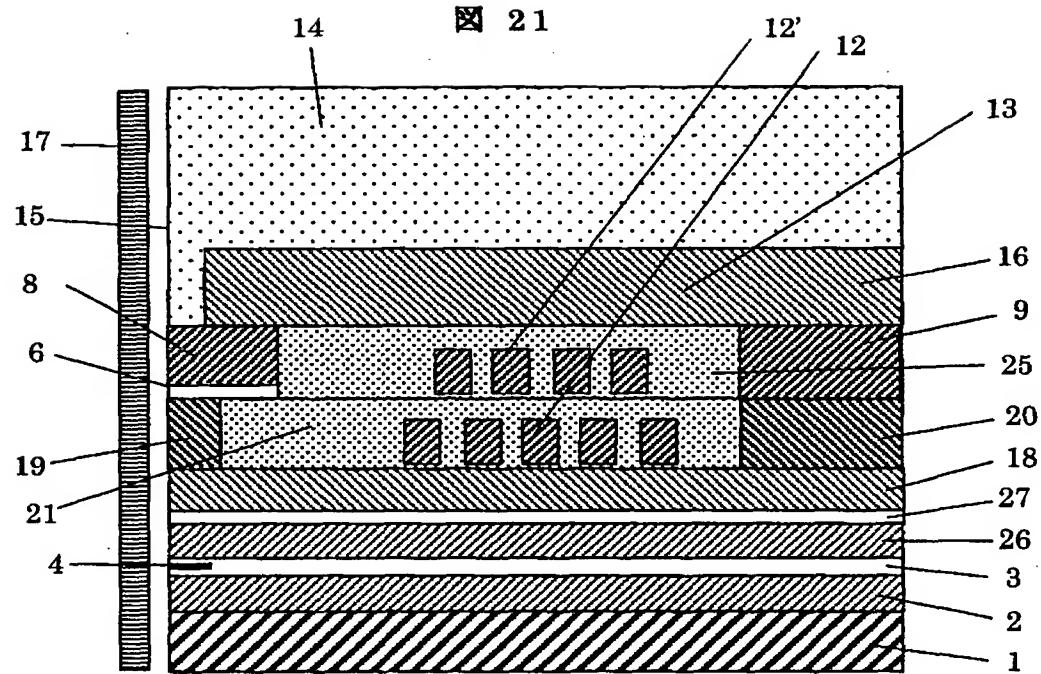
【図20】

図20



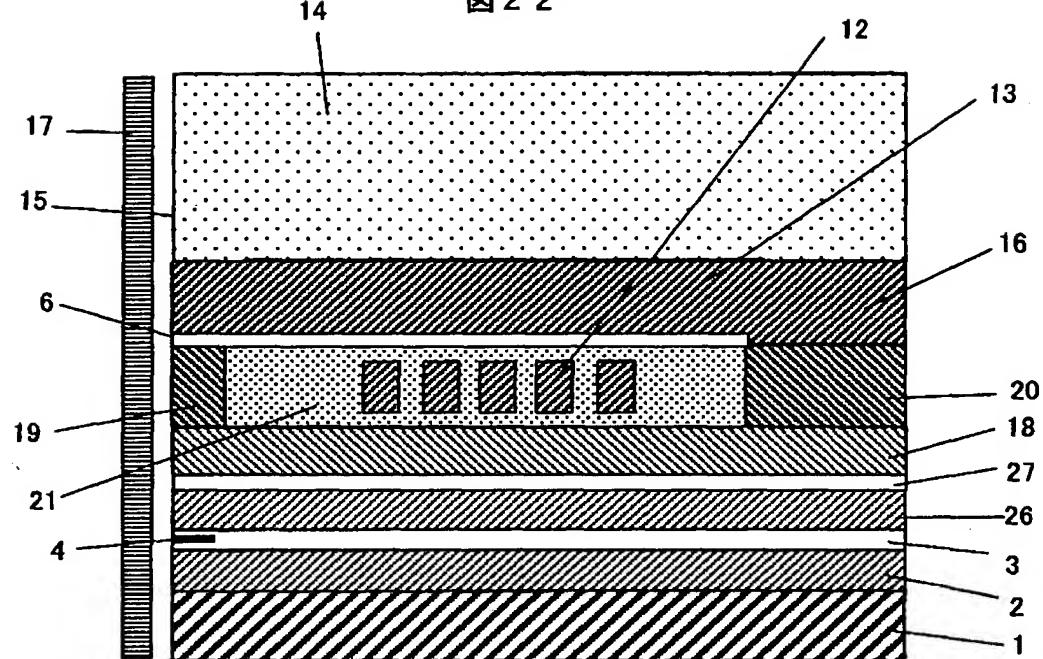
【図21】

図21



【図22】

図22



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

高い記録磁界と低いオフトラック漏洩磁界を有する、狭トラックピッチに適した狭トラック薄膜記録ヘッドを有する記録再生分離型磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】

下部磁極5あるいは下部磁極先端層19に、トラック幅Twに等しいかやや広い幅Lpfwを有する浮上面側に突出する突出部24を設ける。突出部以外の下部磁極5あるいは下部磁極先端層19は浮上面15よりLpf dだけ後退させる。このような構成をとることにより、オフトラック部の漏洩磁界が発生する下部磁極5あるいは下部磁極先端層19の上端面23が浮上面15に露出しないため、オフトラック部の漏洩磁界Hxzを大幅に低減することができる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所